

NEUTRALIZAÇÃO DOS ÓLEOS VEGETAIS

(Estudo matemático da economia)

por

GERSON PEREIRA PINTO

(Secção de Química do I. A. N.)

INTRODUÇÃO

Procurando estudar as linhas de regressões encontradas em experiências de laboratório, entre as perdas na neutralização e a acidez, bem como entre a produção de bôrra e a acidez durante a refinação do óleo de babaçú, chegamos à conclusão que todos os processos da indústria de óleos, e das indústrias em geral, podem sofrer tratamento matemático adequado, permitindo um rápido controle da economia por parte dos técnicos.

O presente estudo aplica-se ao caso da *neutralização* dos óleos vegetais e animais; posteriormente empregaremos o método em seguida relatado ao estudo das outras fases da mesma indústria.

As fórmulas e deduções adiante apresentadas reduzem-se às expressões que encaram o fenômeno, do *modo mais simples* possível.

O trabalho conta ao todo com 10 tópicos, abrangendo:

- 1) Equação para o óleo neutralizado.
- 2) " " " preço do óleo perdido na neutralização.
- 3) " " " " " " bruto.
- 4) " " " " da soda.
- 5) " " " " de custo da bôrra anidra.
- 6) " " " " do óleo neutralizado.
- 7) " " " pêsô e preço de colocação da bôrra anidra.
- 8) Lucro: — discussão final do capital invertido na neutralização e do capital ganho pela colocação do produto e subproduto.
- 9) Exemplo de um gráfico, aplicado à neutralização do óleo de babaçú.
- 10) Resumos e agradecimento.

1) Equação para o óleo neutralizado

Para deduzirmos esta equação deveremos analisar o processo de neutralização dos óleos, considerando-o pelo lado químico-tecnológico.

Se um óleo tem a acidez $X\%$, expressa em ácido oléico, isto significa que na operação de neutralização deveremos afastar uma parte em peso igual, teoricamente, a $X (+)$. Ora, idêntico raciocínio, efetuado sobre outros graus de acidez, mostra-nos que a perda em peso dos óleos pode ser expressa em função da acidez, segundo uma proporção. Então:

$$Y_p^* = f(X)$$

cujo fator de proporcionalidade chamaremos de m . Logo,

$$Y_p = m X.$$

As experiências de laboratório e industriais têm demonstrado que mesmo num óleo neutro, se efetuarmos tratamentos com lixívia, em idênticas condições aos utilizados na prática das refinações, uma pequena parte dos componentes glicéricos dos óleos é atacada, havendo sempre diminuição de peso, que chamaremos de a . Ora, na realidade, o valor de Y é diminuído desta quantidade desde a região de baixa acidez. Teremos:

$$Y_p - a = m X \quad \text{ou}$$

$$Y_{p1}^* = a + m X \quad \text{(I)}$$

onde

Y_{p1} = peso do óleo perdido na neutralização

X = acidez em ácido oléico

m = perda do óleo por unidade de acidez.

a = perda do óleo, se, apesar de neutro fôr tratado com lixívia.

A equação I é da forma linear, onde a natureza dos valores a e m , tidos como constantes, não está de todo esclarecida, sendo influenciada possivelmente pela Lei da Ação das Massas durante a

(+) NOTA: O autor admite que os ácidos graxos livres e combinados têm o mesmo peso molecular que o ácido oléico, fato que nenhuma influência exercerá sobre as conclusões adiante apresentadas.

Y_p^* = o valor de Y é expresso em peso.

neutralização. Se assim fôr, na realidade os valores a e m não são constantes, mas possivelmente diminuem com o aumento da acidez do óleo, diminuição essa aparentemente insensível na região de acidez mínima e tecnologicamente consideraremos ambos como constantes.

Supondo uma neutralização teoricamente perfeita, então para cada grau de acidez comercial o óleo perderia praticamente 1 parte em pêso; assim, na equação de regressão I, o valor m seria igual a $\text{tg } 45^\circ$, ou seja, 1. Mas essa eficiência nunca é alcançada, visto que o valor m varia com a composição do óleo em estudo, com a concentração e excesso do álcali, tempo de refinação, velocidade de contato, etc.

Poderemos, portanto, estabelecer que $m \geq 1$: igual no caso de uma neutralização teoricamente perfeita, tendendo para 1 quando a eficiência do processo tender para 100% (máximo).

Na análise das equações de regressão, relacionando perdas % (Y) e acidez % (X) dos óleos, basta a comparação dos valores de m para que seja possível um juízo sobre a eficiência tecnológica de cada processo de neutralização.

Estudando a neutralização do óleo de babaçú, encontramos para m valores em torno de 2,1 a 2,3.

BAILEY, em seu livro *Cottonseed and Cottonseed Products* (pgs. 365-366, edição 1948), cita para o óleo de algodão da região Sudeste dos EE. UU., de acôrdo com o trabalho de ROYCE & KILBER*, os seguintes valores para a e m : 4,25 e 2,3. Em seguida, tratando do mesmo assunto, transcreve a fórmula de BARROW-AGEE para o óleo de algodão do Vale do Mississipe, onde os valores são: $a = 4,0$ e $m = 2,1$.

Na prática, o valor m raramente atingirá valores maiores que 3, sendo também chamado *fator de refinação*, ou "refining factor".

Nos modernos métodos de neutralização com separadores centrífugos, os valores de m oscilam entre 1,5 e 2,0, de acôrdo com o óleo.

Para o óleo neutralizado, oriundo de 100 quilos iniciais, encontraremos a expressão $100 - Y_{p1}$, ou 100 menos a quantidade de óleo perdido na refinação. Logo:

$$Y_{p2} = 100 - (a + mX) \quad (\text{II})$$

* ROYCE, H. S. & KILBER, M.C., *Oil & Soap*, 11, 116-119 (1934).

Onde Y_{p2} = quantidade de óleo neutralizado %; a , m e X representam os mesmos valores que na equação I.

Desde que o óleo bruto = óleo neutralizado + óleo perdido na neutralização, partindo de 100 quilos de óleo bruto, teremos:

$$100 = Y_{p1} + Y_{p2} \quad \text{ou}$$

$$100 = (a + mX) + 100 - (a + mX) = 100$$

2) Equação para o preço do óleo perdido nas neutralizações e para o do óleo refinado

Admitindo que o preço de 100 quilos de óleo bruto é K , o preço de 1 quilo será $\frac{K}{100}$ e para Y_{p1} será

$$Y_{c1}^{(+)} = (a + mX) \frac{K}{100} \quad (\text{III})$$

para o óleo neutralizado em função do preço do óleo bruto será:

$$Y_{p2} \times \frac{K}{100} \quad \text{ou em cruzeiros}$$

$$Y_{c2} = \left[(100 - a) - mX \right] \frac{K}{100} \quad (\text{IV})$$

Somando-se III + IV, teremos então a equação V, ou o capital empregado para a aquisição de 100 quilos de óleo bruto.

3) Equação para o preço do óleo bruto

Admitindo que seja invertido o capital K na compra de 100 quilos de óleo bruto, como o preço dêste não é função da acidez (o que representa um absurdo), gastaremos então sempre o mesmo

$Y_c^{(+)}$ = o valor de Y é computado em cruzeiros.

capital (variando sòmente com as flutuações comerciais comuns), seja qual fôr a acidez do óleo; donde:

$$\boxed{Y_{c3} = K} \quad (\text{V})$$

e para cada quilo:

$$\boxed{Y_{c4} = \frac{K}{100}} \quad (\text{VI})$$

A equação V pode ser obtida partindo da soma das equações III e IV.

$$\begin{aligned} Y_{c3} &= Y_{c1} + Y_{c2} = (a + mX) \frac{K}{100} + \left[(100 - a) - mX \right] \frac{K}{100} = \\ &= \frac{aK}{100} + \frac{mXK}{100} + \frac{K(100-a)}{100} - \frac{mXK}{100} = \\ &= \frac{aK}{100} + \frac{100K}{100} - \frac{aK}{100} = K \end{aligned}$$

4) Equação para o preço da soda utilizada na neutralização

Chamaremos Y_{c5} o custo da soda para neutralizar um óleo com acidez X , e poderá ser deduzido como segue:

$$282 : 40 : : 1 : A \quad \text{ou}$$

$A = \frac{40}{282}$, que é a quantidade de soda para neutralizar 1 grau de acidez em ácido oléico, supondo-a 100% pura. Se a pureza fôr $T\%$ e a acidez fôr X ,

$$A = \frac{40}{282} \cdot \frac{X}{T}$$

Admitindo um excesso de soda de $n\%$ sobre o valor A , a fim de haver uma neutralização perfeita, então o referido valor ficará:

$$A = \frac{40}{282} \cdot \frac{X}{T} + n \left[\frac{40}{282} \cdot \frac{X}{T} \right] \therefore$$

$$A = \frac{40}{282} \cdot \frac{X}{T} (1 + n)$$

$$A = \frac{0,142 X}{T} (1 + n) \quad (\text{VII})$$

Se 100 quilos da soda comercial com $T\%$ de pureza custaram C ,
 A quilos de soda custarão: $\frac{AC}{100}$, ou seja:

$$Y_{cs} = \frac{0,142 C}{100 T} (1 + n) X \quad (\text{VIII})$$

Onde Y_{cs} = preço da soda utilizada para refinar um óleo com acidez X .

X = acidez do óleo, expressa em ácido oléico.

C = preço de 100 quilos de soda comercial com pureza de $T\%$.

T = pureza % da soda utilizada.

n = excesso % de soda a empregar na neutralização.

Se na equação VII fizermos $X=0$, caso em que a acidez é nula, ou seja, o óleo é neutro, então:

$$A = \frac{0,142}{T} \cdot 0(1 + n) = 0$$

não gastaremos soda na neutralização.

A discussão para $X = \infty$ não pode ser feita, pois a acidez de um óleo não pode crescer infinitamente, e sim até que todos os ácidos graxos componentes dos glicéridos estejam livres. Posteriormente discutiremos o caso de acidez máxima.

O mesmo resultado em cruzeiros teremos discutindo a equação VIII.

5) Equação para o preço de custo da bôrra anidra *

Poderemos considerar praticamente, a bôrra anidra como sendo formada pelo óleo perdido na neutralização acrescido do pêsso da sôda utilizada para a mesma.

Mas o óleo perdido na neutralização pode ser representado segundo a equação III:

$$Y_{c1} = (a + mX) \frac{K}{100}$$

Para a soda, teremos VIII:

$$Y_{c5} = \frac{0,142 X.C}{100.T} (1 + n)$$

Então, segundo as considerações expostas, para o preço da bôrra anidra:

$$Y_{c6} = Y_{c1} + Y_{c5} =$$

$$Y_{c6} = (a + mX) \frac{K}{100} + \frac{0,142 X.C}{100.T} (1 + n)$$

ou, desenvolvendo e agrupando:

$$Y_{c6} = \frac{aK}{100} + mX \frac{K}{100} + \frac{0,142 CX(1+n)}{100 T}$$

$$\boxed{Y_{c6} = \frac{aK}{100} + \left[mK + 0,142C \left(\frac{1+n}{T} \right) \right] \frac{X}{100}} \quad (\text{IX})$$

Como K é o preço de 100 quilos de óleo bruto e $\frac{K}{100}$ é o preço de cada quilo, para $X = 0$ teremos

$$Y_{c6} = \frac{aK}{100}$$

ou seja: o preço da bôrra resumir-se-á ao preço da perda teórica do óleo, se, apesar de neutro, fôr tratado com qualquer quantidade de lixívia.

* O autor quer se referir, durante todo o trabalho, à bôrra anidra.

O termo $\frac{aK}{100}$ representa o local onde a reta IX corta o eixo das ordenadas.

Para o coeficiente diretor, teremos o termo:

$$\left[mK + 0,142 \frac{C(1+n)}{T} \right] \frac{1}{100}$$

No caso do óleo de babaçú, $m = 2,3$ é suposto constante: tem um valor específico para cada óleo. Já vimos que K é constante, bem como C , n e T ; logo, o coeficiente angular será também constante e positivo, havendo variação toda vez que um dos fatores apontados não se mantiver constante.

6) Preço do óleo neutralizado

Chamaremos R ao preço que 100 quilos de óleo neutro alcançam na praça: o preço por unidade será $\frac{R}{100}$.

A quantidade de óleo neutralizado é, segundo a equação II:

$$Y_{p2} = 100 - (a + mX)$$

Passando de Y_p para Y_c , teremos então para a equação II:

$$\begin{aligned} Y_{c7} &= \left[100 - (a + mX) \right] \frac{R}{100} = \\ &= 100 \frac{R}{100} - \frac{aR}{100} - \frac{mXR}{100} = \\ &= R - \frac{aR}{100} - \frac{mXR}{100} = \frac{100R - aR}{100} - \left(\frac{mR}{100} \right) X = \end{aligned}$$

$$\boxed{Y_{c7} = \frac{R(100 - a)}{100} - \left(\frac{mR}{100} \right) X} \quad (\text{X})$$

No caso de não existir acidez, então $X = 0$ e $Y_{c7} = \frac{R(100 - a)}{100}$.

Como em geral a é muito pequeno em relação a 100, poderemos desprezá-lo, e então $Y_{c7} = \frac{R \cdot 100}{100} = R$, que pode ser considerado como o máximo desta equação.

Pela equação X poderemos ainda calcular a acidez máxima, acima da qual não haverá preço para o óleo neutralizado. Fazendo $Y_{c7} = 0$, temos:

$$\frac{R(100 - a)}{100} = \left(\frac{mR}{100}\right)X \quad \therefore$$

$$X = \frac{R(100 - a)}{mR} = \frac{100 - a}{m}$$

Como a pode ser desprezado em relação a 100, então:

$$X = \frac{100}{m}$$

No caso do óleo de babaçú, onde $m = 2,3$ temos $X = 43,4$, que é o grau de acidez onde não mais haverá preço para o óleo neutralizado: na realidade, este cálculo tem valor puramente teórico.

7) Equação para o peso e preço de colocação da bôrra anidra

Segundo a consideração feita em parágrafo anterior, podemos escrever:

Peso da bôrra anidra = peso do óleo perdido na refinação +
+ peso da sôda (a).

Esta relação nos fornece meios de calcular o peso da bôrra produzida.

A equação I nos dá:

$$Y_{p1} = a + mX$$

como também a equação VII mostra-nos que

$$A = \frac{0,142 X}{T} (1 + n)$$

então, dada a igualdade (a):

$$Y_{p3} = Y_{p1} + A = a + m X + \frac{0,142^v}{T} (1 + n)$$

ou, agrupando:

$$Y_{p3} = a + \left[m + 0,142 \frac{(1 + n)}{T} \right] X \quad (\text{XI})$$

onde Y_{p3} = peso da bôrra anidra.

a = perda teórica do óleo, com acidez nula (VD I).

m = perda de óleo por unidade de acidez.

T = pureza % da soda utilizada na neutralização.

n = excesso % de soda empregada na neutralização.

X = acidez do óleo.

No caso de acidez nula, temos então para $X = 0$, pela equação recém-deduzida:

$$Y_{p3} = a$$

o que está de acôrdo com as considerações feitas para dedução da equação I.

Chamando N o preço em cruzeiros alcançado no mercado por 100 quilos de bôrra, então Y_{p3} quilos de bôrra custarão $Y_{p3} \cdot \frac{N}{100}$ cruzeiros; logo:

$$Y_{c3} = \frac{aN}{100} + \left[m + 0,142 \frac{(1 + n)}{T} \right] \frac{NX}{100} \quad (\text{XII})$$

onde Y_{c3} = preço alcançado pela quantidade de bôrra produzida ao preço de $\frac{N}{100}$ cruzeiros por quilo.

Levando na equação **XI** o valor de X , que delimita o grau de acidez máxima (deduzido em parágrafo anterior), acima do qual não há preço para o óleo neutro, teremos:

$$Y_{ps} = a + \frac{m(100 - a)}{m} + \frac{0,142(100 - a)}{T m} + \frac{0,142 n (100 - a)}{T m}$$

Se o trabalho fôr executado de acôrdo com a teoria, poderemos fazer $n = 0$ (não há excesso da soda) e considerar $T = 100\%$ (pureza absoluta da soda).

Então:

$$Y_{ps} = a + 100 - a + \frac{0,142(100 - a)}{m \cdot \frac{100}{100}} =$$

$$= 100 + \frac{0,142 \cdot 100}{m} - \frac{0,142 a}{m} =$$

$$= 100 + \frac{14,2}{m} \left(1 - \frac{a}{100}\right) =$$

$$Y_{ps} = 100 + \frac{14,2}{m} \left(\frac{100 - a}{100}\right) \quad \text{ou, quanto maior fôr}$$

a , tanto menor será a razão $\left(\frac{100 - a}{m}\right)$ ou menor será a relação

$\frac{14,2}{m} \left(1 - \frac{a}{100}\right)$, m mantendo-se constante ou crescendo. De qual-

quer maneira, a produção de bôrra, quando $X = \frac{100 - a}{m}$, será superior a 100 partes em pêso, pois o valor de $Y_{ps} = 100$ mais alguma coisa.

Queremos salientar que a produção da bôrra é uma operação industrial onerosa, não compensando sua venda aos preços atuais a não ser que seja transformada em sabão ou sejam aproveitados os

ácidos graxos. Com auxílio das equações recém-deduzidas, podemos discutir êste caso.

De acôrdo com a equação IX, poderemos escrever:

$$Y_{cg} = \frac{aK}{100} + \left[mK + 0,142 C \frac{(1+n)}{T} \right] \frac{X}{100} \quad (\text{IX})$$

mas, pela equação XII, já deduzida:

$$Y_{cs} = \frac{aN}{100} + \left[m + 0,142 \frac{(1+n)}{T} \right] N \frac{X}{100} \quad (\text{XII})$$

desenvolvendo, teremos:

$$Y_{cs} = \frac{aN}{100} + \left[mN + 0,142 N \frac{(1+n)}{T} \right] \frac{X}{100} \quad (\text{XII})$$

Ora, para que a venda de bôrra seja efetuada com lucro,

$$Y_{cs} > Y_{cg} \quad \text{ou então} \quad Y_{cs} - Y_{cg} > 0$$

Esta é a condição para haver lucro. Efetuando as desigualdades:

$$L_b = \frac{aN}{100} + \left[mN + 0,142 N \frac{(1+n)}{T} \right] \frac{X}{100} - \frac{aK}{100} - \left[mK + 0,142 C \frac{(1+n)}{T} \right] \frac{X}{100}$$

chamando L_b ao lucro advindo da venda da bôrra. Na realidade, para que se tenha lucro, vimos que

$$L_b = Y_{cs} - Y_{cg} > 0 \quad (1) \quad \text{ou}$$

$$L_b = \frac{a}{100} (N-K) + \left[m(N-K) + 0,142 \frac{(1+n)}{T} (N-C) \right] \frac{X}{100} > 0$$

como, por definição:

$$N < K \quad (2), \quad \text{então} \quad N - K < 0 \quad (3)$$

Se consideramos $X = 0$, então, segundo (2) e (3), nosso lucro será negativo (sic).

Como na realidade a desigualdade (2) se realiza, resta-nos em seguida discutir os seguintes casos:

1.º) $N < C$: Como o termo $m(N - K)$ é negativo — segundo (2) — então o lucro L_b é menor que zero (sic).

2.º) $N > C$: Mas $|m(N - K)| > |0,142 \frac{(1+n)}{T}(N - C)|$, como provaremos em seguida.

Fazendo $n = 0$ e $T = 100\%$, então poderemos escrever:

$$|m(N - K)| > |0,142 \cdot 1 \cdot (N - C)| \quad \text{por suposição.}$$

Mas já consideramos (§ 1) que $m > 1$. Logo, com mais razão poderemos escrever que $m > 0,142 \cdot 1$. Lembrando que $|N - K| > |N - C|$, então provamos que $|m(N - K)| > |0,142 \cdot 1 \cdot (N - C)|$, ou seja, a desigualdade tese se realiza e podemos escrever:

$$|m(N - K)| > |0,142 \frac{(1+n)}{T}(N - C)|$$

Como $m(N - K) < 0$, então facilmente se concluirá que L_b será negativo.

3.º) $N = C$: Como é evidente, ainda neste caso não teremos lucro, ou melhor: o lucro será *negativo*!

Que significado terá o lucro *negativo*? Significará que é anti-econômica a produção da bôrra. O lucro *negativo* é uma prova matemática da necessidade de se ter uma fábrica de sabão para aproveitarmos a bôrra da neutralização dos óleos.

Torna-se forçoso salientar, no entanto, que, mesmo com prejuízo, será muito melhor, na falta de uma saboaria, vender a bôrra ao preço de N cruzeiros por cada 100 quilos do que abandoná-la à deterioração.

É conveniente não esquecer que a *produção da bôrra**, encarada como operação industrial, de per si é antieconômica, mas as operações da neutralização dos óleos é de elevado rendimento financeiro.

* Não confundir com a fabricação de sabões.

8) Lucro

As considerações feitas e as equações deduzidas até o presente são meios para calcularmos o lucro da neutralização dos óleos.

Por definição, o lucro será representado pela diferença entre os preços da venda dos produtos e subprodutos e o capital invertido na compra das matérias-primas e custos da neutralização. No momento, não consideramos o caso das taxas de mão-de-obra, amortização, etc...

Nossa primeira preocupação será, pois, achar a relação geral do “ganho”.

a) Relação do “ganho”.

Temos a distinguir dois casos:

1) A bôrra não é vendida.

2) A bôrra é vendida ao preço de $\frac{N}{100}$ cruzeiros por quilo.

Discutiremos ambos os casos.

Para a hipótese (a 1), dado ser o óleo neutro o único produto da neutralização, o capital que entrar ou o capital “ganho” é representado, portanto, pelo capital da venda ou colocação do óleo beneficiado. Pela equação X temos:

$$Y_{c7} = \frac{R(100-a)}{100} - \left(\frac{mR}{100}\right)X$$

que é a equação do “ganho” no caso (a 1).

No caso (a 2) o capital (a 1) será acrescido daquele obtido pela venda da bôrra; então, segundo as equações X e XII:

$$Y_{c7} = \frac{R(100-a)}{100} - \left(\frac{mR}{100}\right)X \quad (\text{X})$$

$$Y_{c8} = a \frac{N}{100} + \left[m + 0,142 \frac{(1+n)}{T} \right] \frac{NX}{100} \quad (\text{XII})$$

Como o ganho é representado pela soma $Y_{c7} + Y_{c8}$, teremos:

$$Y_{Ge} = Y_{c7} + Y_{c8} =$$

$$= \frac{R(100-a)}{100} - \left(\frac{mR}{100}\right)X + a\frac{N}{100} + (m+0,142\frac{(1+n)}{T})\frac{NX}{100}$$

$$Y_{Ge} = \frac{R(100-a) + aN}{100} + \left[(m+0,142\frac{(1+n)}{T})N - mR \right] \frac{X}{100} \quad (\text{XIII})$$

Esta equação é geral para o caso de colocação da bôrra ao preço N ; assim, no caso de não haver colocação para a bôrra, o preço da mesma será nulo, ou seja, $N=0$, e teremos:

$$Y_{Ge} = \frac{R(100-a)}{100} - \left(\frac{mR}{100}\right)X$$

que corresponderá à equação já deduzida no caso (a 1).

Discutamos a equação **XIII** em relação aos valores de X e de N .

Quando $X=0$, obtém-se:

$$Y_{Ge} = \frac{R(100-a)}{100} + \frac{aN}{100}$$

mas o termo $\frac{R(100-a)}{100}$ é o primeiro termo da equação X , ou seja: representa praticamente (se $a=0$) o preço de 100 quilos do óleo neutro, enquanto que o segundo termo, $\frac{aN}{100}$, será também nulo, pois ($a=0$). No caso em que se considere $a \neq 0$, então o valor de R sofrerá diminuição do valor $\frac{100-a}{100}$ mas terá o aumento de $\frac{aN}{100}$ em cruzeiros, e, como o preço unitário do óleo neutro é superior ao da bôrra, segue-se que

$$\frac{R(100-a)}{100} = \frac{100}{100}R - \frac{aR}{100} = R - \frac{aR}{100}$$

mas $\frac{aR}{100}$, segundo o exposto, é maior que $\frac{aN}{100}$.∴

$$\frac{aR}{100} > \frac{aN}{100}$$

logo, o valor de R sofrerá sempre diminuição correspondente a $(\frac{aR}{100} - \frac{aN}{100})$.

A interpretação tecnológica dêste fato é dada observando que um óleo, *mesmo neutro*, se sofrer ação de uma lixívia, perderá a quantidade em peso a , e seu valor será diminuído em cruzeiros da quantidade já discutida $\frac{a}{100}(R - N)$.

b) Relação da “perda”.

A relação acima proposta poderá ser estabelecida, somando o capital empregado na compra do óleo bruto (custo do óleo bruto) ao capital gasto durante a fase da neutralização, com a soda, água, etc.

Não considerando as taxas de mão-de-obra, amortização, etc., teremos fundamentalmente, segundo a equação V:

$$Y_{c4} = K \quad \text{que é o preço do óleo bruto.}$$

Segundo VIII,

$$Y_{c5} = \frac{0,142 X \cdot C}{100 \cdot X} (I + n)$$

O capital da “perda” poderá ser resumidamente expresso:

$$Y_{Pc} = Y_{c4} + Y_{c5} = K + \frac{0,142 X \cdot C}{100 T} (I + n)$$

$$\boxed{Y_{Pc} = K + \left[\frac{0,142 C(I + n)}{T \cdot 100} \right] X} \quad \text{(XIV)}$$

Ora, segundo nosso raciocínio, o lucro será representado pela diferença entre as equações **XIII** e **XIV**. Para que haja matematicamente essa diferença, é necessário que realmente o valor de Y para a equação **XIII** seja maior do que o da equação **XIV**, ao menos na região de baixa acidez.

Tomemos então a equação **XIII**:

$$Y_{Ge} = \frac{R(100-a)}{100} + a \frac{N}{100} + \left[(m + 0,142 \frac{(1+n)}{T})N - mR \right] \frac{X}{100}$$

e comparemos agora com a equação **XIV**:

$$Y_{Pe} = K + \left[0,142 C \left(\frac{1+n}{T} \right) \right] \frac{X}{100}$$

Admitindo que R , a , N , m , T , K e C são constantes para um determinado óleo (por definição), vemos que ambas são equações lineares.

Para o termo constante temos

$$\frac{R(100-a)}{100} + \frac{aN}{100} > K$$

pois $R > K$, por definição, e a pode ser considerado como negligível.

Ora, se a constante de **XIII** é maior que a de **XIV**, então na região de baixa acidez haverá lucro.

A fim de discutir melhor este último ponto, calcularemos a equação geral do lucro:

$$\begin{aligned} Y_{Le} &= Y_{Ge} - Y_{Pe} = \\ &= \frac{R(100-a) + aN}{100} + \left[(m + 0,142 \frac{(1+n)}{T})N - mR \right] \frac{X}{100} - \\ &\quad - \left[K + \frac{0,142 C (1+n)}{T} \frac{X}{100} \right] \end{aligned}$$

Desenvolvendo e agrupando:

$$Y_{Lc} = \left[\frac{R(100-a)+aN}{100} - K \right] + \left[(mN + 0,142(1+n) \frac{N}{T} - mR - 0,142C(1+n) \frac{I}{T}) \right] \frac{X}{100}$$

$$Y_{Lc} = \left[\frac{R(100-a)+aN}{100} - K \right] + \left[m(N-R) + 0,142(1+n) \left(\frac{N-C}{T} \right) \right] \frac{X}{100} \quad (\text{XV})$$

que é a expressão final da equação do lucro.

Quando o lucro será nulo? A que acidez? Temos:

$$0 = \left[\frac{R(100-a) - aN}{100} - K \right] + \left[m(N-R) + 0,142(1+n) \left(\frac{N-C}{T} \right) \right] \frac{X}{100}$$

ou

$$K - \frac{R(100-a)+aN}{100} = \left[m(N-R) + 0,142(1+n) \left(\frac{N-C}{T} \right) \right] \frac{X}{100}$$

ou ainda

$$100K - R(100-a) - aN = \left[m(N-R) + 0,142(1+n) \left(\frac{N-C}{T} \right) \right] X$$

portanto:

$$X = \frac{100K - R(100-a) - aN}{\left[m(N-R) + 0,142(1+n) \left(\frac{N-C}{T} \right) \right]}$$

esta expressão nos dará o valor de X para o lucro nulo.

Aliás, poderemos chegar a resultado análogo considerando que lucro nulo será representado matematicamente pela interseção da equação do “ganho” com a da “perda”, donde, de XIII e XIV, teremos:

$$Y_{Gc} = Y_{Pc} \quad \text{ou}$$

$$K + \frac{0,142C(1+n)X}{T} = \frac{R(100-a)+aN}{100} + \left[(m + 0,142 \frac{(1+n)}{T})N - mR \right] \frac{X}{100}$$

ou, reagrupando:

$$K - \frac{R(100-a) - aN}{100} = \left[\left(m + 0,142 \frac{(1+n)}{T} \right) N - mR - \frac{0,142C(1+n)}{T} \right] \frac{X}{100}$$

então:

$$X = \frac{100 K - R(100 - a) - a N}{\left[\left(m + \frac{0,142(1+n)}{T} \right) N - mR - \frac{0,142C(1+n)}{T} \right]}$$

e por fim

$$X = \frac{100 K - R(100 - a) - a N}{\left[m(N - R) + 0,142(1+n) \left(\frac{N - C}{T} \right) \right]}$$

que é inteiramente igual à que deduzimos atrás.

Admitamos que a seja desprezado em face de 100 e que não seja vendida a bôrra. Então:

$$a = 0 \quad \text{e} \quad N = 0, \quad \text{teremos:}$$

$$X = \frac{100 (K - R)}{- \left(mR + \frac{0,142 C (1+n)}{T} \right)}$$

mas, por definição, $R > K$; logo, o numerador é negativo. Assim, em virtude do sinal do denominador, podemos escrever:

$$X = \frac{100 (R - K)}{\left(mR + \frac{0,142 C (1+n)}{T} \right)}$$

que dará um valor positivo para X , em qualquer caso.

Para outro caso a discutir admitamos que a bôrra seja vendida; então $N \neq 0$ e, considerando $a = 0$, temos:

$$X = \frac{100 (K - R)}{\left[m(N - R) + 0,142(1+n) \left(\frac{N - C}{T} \right) \right]}$$

Como o numerador é negativo ($R > K$), o denominador deverá também ser negativo a fim de encontrarmos um valor condizente

com os dados tecnológicos para X . Para que o denominador seja menor do que zero, temos:

$$0 > m(N-R) + 0,142(1+n)\left(\frac{N-C}{T}\right)$$

mas

$$N < R \quad \therefore \quad m(N-R) < 0$$

resta-nos provar que

$$[m(N-R)] > [0,142(1+n)\left(\frac{N-C}{T}\right)]$$

Com raciocínio idêntico ao do § 7, poderemos admitir que não haja excesso de soda no trabalho, fato que não se distancia da verdade. Assim:

$$|m(N-R)| > |0,142\left(\frac{N-C}{T}\right)|$$

Podemos também considerar a pureza T como 100%; então:

$$|m(N-R)| > |0,142(N-C)|$$

como $R > C$, por definição, e $m > 1 > 0,142$, então a desigualdade acima ocorre e o denominador é negativo.

Aliás, a desigualdade acima é a condição necessária e suficiente para que a equação que nos dá o valor de X seja positiva, ou ainda: que o valor para a acidez dos óleos segundo a equação geral XV seja positivo.

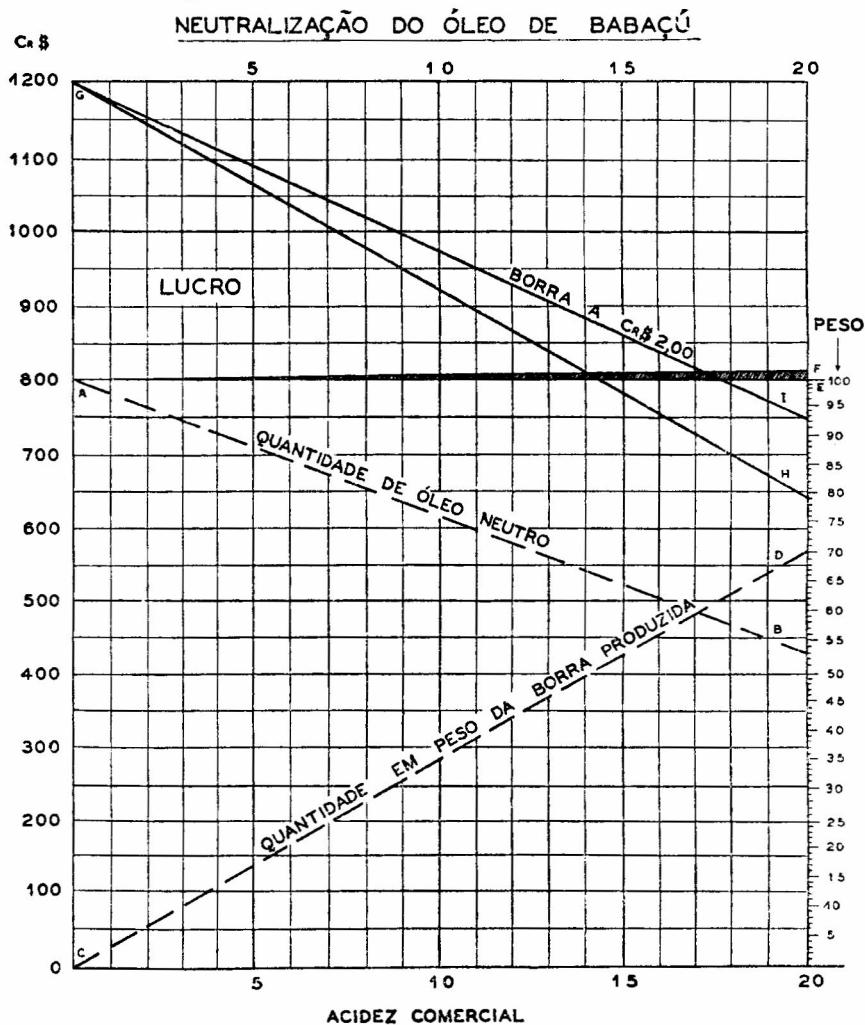
A equação que nos dá o valor de X para o lucro nulo poderá, portanto, ser escrita:

$$X = \frac{R(100-a) + aN - 100K}{m(R-N) + 0,142\frac{(1+n)}{T}(C-N)}$$

9) Exemplo prático

Apesar da relativa complexidade das equações até agora discutidas, suas aplicações são de uma simplicidade marcante, auxiliada ainda por sua natureza linear.

Estampamos a seguir um gráfico para estudo da economia durante o beneficiamento do óleo de babaçú. Na sua confecção adotamos os seguintes valores em cruzeiros: 100 quilos de óleo bruto — Cr\$ 800; 100 quilos de óleo neutro — Cr\$ 1 200; 1 quilo de bórra — Cr\$ 2,00; 1 quilo de soda (98%) — Cr\$ 2,50.



Como pode ser facilmente entendido, o primeiro passo para a confecção do gráfico será a obtenção de dados para a computação da equação I.

Experiências de laboratório (método do “Refining Test” da AOCS) ou melhor, dados obtidos na própria indústria serão necessários para o cálculo, sendo suficiente dois pontos ou duas séries de valores. Na prática industrial, os dados das perdas pela neutralização, com óleos de acidez diferentes, poderão, com a melhor aproximação possível, ser utilizados no cálculo.

Teremos, pois (para maior simplicidade), as médias de duas séries:

$$\begin{array}{l} (Y_1 \text{ e } X_1) \\ (Y_2 \text{ e } X_2) \\ \text{então} \quad Y_1 = .a + m X_1 \\ \quad Y_2 = a + m X_2 \\ \hline Y_1 - Y_2 = m(X_1 - X_2) \therefore \\ m = \frac{Y_1 - Y_2}{X_1 - X_2} \end{array}$$

e

$$a = Y_1 - \left(\frac{Y_1 - Y_2}{X_1 - X_2} \right) X_1$$

calculando-se, portanto, a equação I. Por meio desta equação que, para o óleo de babaçu, foi $Y_{p1} = 0,8 + 2,3 X$, poderemos calcular a equação II:

$$\begin{aligned} Y_{p2} &= 100 - (0,8 + 2,3 X) = \\ &= 99,2 - 2,3 X \end{aligned}$$

No gráfico anexo os valores de Y_p deverão ser lidos na ordenada encimada pela palavra PÊSO. A equação $Y_{p2} = 100 - (0,8 + 2,3 X)$, relacionada ao pêso do óleo neutro, é a linha AB. Esta mesma equação relacionada à moeda corrente, sabendo que, se $X = 0$, $Y = 100$ quilos de óleo neutralizado, ao preço corrente de Cr\$ 1 200,00, dar-nos-á a linha GH, representando a equação X.

Para o preço do óleo bruto teremos: $Y_{c3} = K$, estando representado pela linha AE.

A linha AE, que representa a equação $Y_{c3} = K$, adicionada à equação do preço da soda utilizada na neutralização, fornecer-nos-á o capital “gasto” para a neutralização, representado no gráfico pela linha AF.

A linha CD pode ser traçada diretamente pelas equações I e VII, somadas.

O lucro será representado pela diferença entre as ordenadas das linhas GH e AF, supondo não haver colocação ou venda da bôrra. Havendo colocação da bôrra a Cr\$ 2,00 ou mais, as ordenadas da linha GH aumentarão dos valores correspondentes à equação XII.

A linha CD, como aparece no gráfico, não foi obtida utilizando-se as equações I e VII, mas partindo das experiências de neutralização que efetuamos com óleo de babaçú comercial, empregando os métodos do *Refining Test* da AOCS.

No caso de ser necessário deduzir gastos de água, vapor, mão-de-obra, amortizações, taxas, etc., deve-se calcular a fração correspondente a 100 quilos de óleo e elevar a reta AE para compensar o valor monetário correspondente, ficando a *zona de lucro* sensivelmente diminuída.

O gráfico acima foi idealizado para contróle econômico das operações de semi-refinação nas refinarias de óleos vegetais, principalmente naquelas que trabalham com óleo bruto recebido de outras indústrias. Evidentemente, o mesmo sistema gráfico se aplicará à indústria que refina seu próprio óleo; em tal caso, a linha AE (preço do óleo bruto) será correspondente ao preço do óleo recém-extraído.

No caso de se empregar *NaCl* como electrólito na decantação da bôrra de refinação, seu valor deve ser levado em consideração, construindo-se nova linha acima de AF.

10) Resumo

Um novo método de contróle da economia das operações de neutralização dos óleos vegetais e animais é descrito.

O trabalho abrange tópicos, através dos quais são deduzidas e discutidas as equações básicas do método.

No final do trabalho se encontra um gráfico em tamanho reduzido, demonstrando a aplicação das relações propostas e como pode ser feito o contróle das operações da neutralização.

Em se trabalhando na indústria, será necessário o traçado de um gráfico ao menos de 100×80 cm, com o que se aumentará a exatidão do método.

Summary:

A new method is proposed to control the economic side of the refining (neutralization) operations of animal and vegetable oils.

By means of a special plot, the chemist can judge the operation costs as well as the income according to the acidity (oleic acid %) of the crude oil treated.

The theoretical derivation of equations is given and they are discussed in order to find their reliabilities and range of application.

An example of their application with the babaçú oil [*Orbignya Martiana* Barb. Rodr.] is also given. From the special plot the author finds the following major data: loss in refining the crude oil; recovery of neutral oil and its price in Cruzeiros; amount and probable income of the neutralizing work.

Formulário:

Equação para:

— Óleo perdido na neutralização:

$$Y_{p1}^{(+)} = a + mX \quad (\text{I})$$

— Óleo neutro, oriundo de 100 quilos de óleo bruto:

$$Y_{p2} = 100 - (a + mX) \quad (\text{II})$$

— Preço do óleo perdido na neutralização:

$$Y_{c1}^{(+)} = (a + mX) \frac{K}{100} \quad (\text{III})$$

— Preço do óleo neutralizado em função do preço do óleo bruto:

$$Y_{c2} = \left[(100 - a) - mX \right] \frac{K}{100} \quad (\text{IV})$$

— Preço do óleo bruto:

$$Y_{c3} = K \quad (\text{V})$$

— Preço da soda utilizada para neutralizar um óleo de acidez X :

$$Y_{c5} = \frac{0,142 C}{100 T} (1 + n) X \quad (\text{VIII})$$

— Preço de custo da bôrra anidra:

$$Y_{c6} = \frac{aK}{100} + \left[mK + 0,142C \left(\frac{1+n}{T} \right) \right] \frac{X}{100} \quad (\text{IX})$$

— Preço do óleo neutralizado:

$$Y_{c7} = \frac{R(100 - a)}{100} - \left(\frac{mR}{100} \right) X \quad (\text{X})$$

— Pêso da bôrra anidra produzida:

$$Y_{p3} = a + \left[m + 0,142 \frac{(1+n)}{T} \right] X \quad (\text{XI})$$

— Preço de colocação da bôrra anidra:

$$Y_{c8} = \frac{aN}{100} + \left[m + 0,142 \frac{(1+n)}{T} \right] \frac{NX}{100} \quad (\text{XII})$$

— Expressão (em cruzeiros) do lucro:

$$Y_{Lc} = \left[\frac{R(100-a)+aN}{100} - K \right] + \left[m(N-R) + 0,142(1+n) \left(\frac{N-C}{T} \right) \right] \frac{X}{100} \quad (\text{XV})$$

Nomenclatura:

X = acidez dos óleos, expressa em ácido oléico.

Y_p = valor de Y , expresso em pêso.

- Y_c = valor de Y , expresso em cruzeiros.
- Y_{p1} = pêso do óleo perdido na neutralização.
- m = perda do óleo por unidade de acidez.
- a = perda do óleo se, apesar de neutro, fôr tratado com lixívia.
- Y_{p2} = pêso do óleo neutralizado %.
- Y_{c1} = preço do óleo perdido na neutralização.
- Y_{c2} = preço do óleo neutralizado em função do preço do óleo bruto.
- K = preço em cruzeiros de 100 quilos do óleo bruto.
- Y_{c4} = preço por quilo do óleo bruto.
- $T\%$ = pureza da soda em %.
- n = excesso de soda em %.
- C = preço de 100 quilos de soda com a pureza de $T\%$.
- Y_{c5} = preço da soda utilizada para neutralizar um óleo com acidez X .
- Y_{c6} = preço da bôrra anidra produzida pela neutralização de 100 quilos de óleo com acidez $X\%$.
- R = preço alcançado no mercado por 100 quilos do óleo neutro.
- Y_{c7} = preço do óleo neutralizado obtido de 100 quilos de óleo bruto, com acidez X .
- Y_{p3} = pêso da bôrra obtida em estado anidro.
- N = preço alcançado no mercado por 100 quilos de bôrra anidra.
- Y_{c8} = preço de venda da bôrra anidra obtida pela neutralização de 100 quilos de óleo bruto.
- Y_{Gc} = quantidade em cruzeiros obtida pela colocação do óleo neutro e bôrra anidra.
- Y_{Pc} = quantidade em cruzeiros empregada na aquisição do óleo bruto e da soda.
- Y_{Lc} = quantidade em cruzeiros considerado *lucro*, nas operações da neutralização.

Observação:

Para facilitar a dedução das equações, o autor não considerou a água de hidratação da bôrra. Primeiro, porque o teôr em água da mesma, varia com as condições da neutralização, tempo de armazenagem e estado hidrométrico do ar. Segundo, porque o autor é de opinião que o preço de venda da bôrra deve ser função do seu teôr em sabão anidro e óleo ocluso, e não do seu pêso total.

Ademais, os resultados finais são válidos integralmente, uma vez que, a quantidade total d'água gasta nas operações de lavagens, e soluções de lixivia, pode ser considerada segundo foi exposto no final do item 9.

Agradecimento:

O autor agradece ao Dr. PAULO PLÍNIO ABREU pela revisão do texto e sugestões quanto à confecção do sumário em língua inglesa.

ERRATA

<i>Pág.</i>	<i>linha</i>	<i>onde se lê</i>	<i>leia-se</i>
	Título corrente das páginas	Boletim técnico n.º 16	Boletim técnico n.º 21
15	1. ^a (de baixo)	neutralização dos óleos é de elevado	neutralização dos óleos são de elevado
31	subtítulo	<i>Monopterix uacu</i>	<i>Monopteryx uaucu</i>
31	2. ^a	<i>Monopterix uacu</i>	<i>Monopteryx uaucu</i>
33	2. ^a	<i>Monopterix uacu</i>	<i>Monopteryx uaucu</i>
33	9. ^a	<i>Monopterix uacu</i>	<i>Monopteryx uaucu</i>
52	8. ^a	grandementemente	grandemente
61	20. ^a	<i>Monopterix uacu</i>	<i>Monopteryx uaucu</i>